

**ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ**

УДК 502.132

**Плаксі́й Л. В.***Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу***РОЛЬ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В  
НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВИХ РАЙОНАХ**

В статті розглянута проблема інтенсивного нафтопромислового виробництва, в межах якого необхідно проводити контроль, комплексну оцінку та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та стан здоров'я населення. Розглянуті характерні зміни в умовах життя і діяльності людини, що сильно актуалізували проблему його адаптації. Запропоновано методику аналізу сучасного стану всіх компонентів довкілля, прогнозу та попередження надзвичайних ситуацій.

**Ключові слова:** екосистеми, екологічні дослідження, математичні моделі, нафтогазопромисловий комплекс.

В статье рассмотрена проблема интенсивного нефтепромышленного производства, в рамках которого необходимо проводить контроль, комплексную оценку и прогнозирование влияния техногенного загрязнения на окружающую среду и состояние здоровья населения. Рассмотрены характерные изменения в условиях жизни и деятельности человека, которые сильно актуализировали проблему его адаптации. Предложена методика анализа современного состояния всех компонентов окружающей среды, прогноза и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

**Ключевые слова:** экосистемы, экологические исследования, математические модели, нефтегазопромышленный комплекс.

Article deals with the problem of heavy oil in industrial production, within which one can control, comprehensive assessment and forecasting of technogenic pollution impact on the environment and public health. The main attention paid on the characteristic changes in the living conditions and human activities, strongly actualized the issue of adaptation. The article shows the method of current status of all the environmental components' analysis. As a result we can predict and prevent various emergency situations.

**Keywords:** ecosystem, environmental studies, mathematical models, industrial oil and gas complex.

**Актуальність теми.** Техногенний тиск на сучасні екосистеми зростає з кожним роком та приводить до їх трансформації, які можуть дійти до незворотних змін, що не тільки погіршить сучасну екологічну ситуацію, а й призведе до руйнування природних та штучних екосистем. Майже всі виробничі об'єкти нафтової і газової промисловості за відповідних умов забруднюють оточуюче середовище великою кількістю небезпечних шкідливих речовин різної екологічної значущості. Крім власних природних вуглеводів, продуктів переробки, у складі забруднювачів містяться численні реагенти, каталізатори, інгібітори, луки, кислоти, речовини, що утворюються при горінні, хімічному перетворенні і т.д.

Найближчим часом нафта і газ залишаться головними першоджерелами, які могли б задовольнити основну частину потреб сучасного людства в енергії. Про це свідчить безперервне підвищення питомої значущості цих вуглеводнів в паливному балансі розвинених країн.

Не зважаючи на численні дослідження, існує проблема покращення екологічного

стану на території нафтогазопромислових районів. Тому цілком доцільно є визначити вплив розробки та експлуатації нафтових та газових родовищ в Прилуцькому нафтогазопромисловому районі на стан компонентів навколишнього середовища: геологічного середовища, геофізсфери, геоморфосфери, поверхневих, ґрунтових і підземних водних ресурсів, атмосфери з кліматичними ресурсами, ґрунтового покриву і земельних ресурсів, рослинного покриву, тваринного світу, демосфери. Відповідно до розробленої професором О. М. Адаменком (1993, 1996, 1998, 2001) “Комп’ютерної інформаційно-аналітичної та прогнозно-керуючої системи екологічного моніторингу, техногенно-екологічної безпеки, прогнозу та попередження надзвичайних ситуацій (КСЕБ)“, яку можна застосовувати для досліджень на території будь-якої місцевості, було проведено [1]:

1) оцінку сучасного стану всіх компонентів довкілля на досліджуваній території (екологічний аудит);

2) екологічний моніторинг модельної території, особливо в зоні впливу техногенних об’єктів.

Основою системи є банк екологічної інформації, що складається з 10 баз, які охоплюють всі компоненти екосистеми. На комп’ютері моделюється екологічний стан усіх десятих компонентів природно-антропогенних екосистем, прогнозуються їхні зміни природним шляхом та під впливом техногенного навантаження. Залежно від запланованого сценарію розвитку взаємодії між природою, господарством і суспільством задаються необхідні екологічні обмеження господарської діяльності на території, в галузі або на підприємстві.

**Виклад основного матеріалу.** Нафтогазопромисловий комплекс (НГПК), який об’єднує велику кількість підприємств розвідки, добування, переробки, транспортування і зберігання вуглеводнів є одним з основних забруднювачів атмосфери, поверхневих і підземних вод та ґрунтового покриву. І тому подальший розвиток нафтогазової промисловості повинен орієнтуватися не лише на підвищення промислово-експлуатаційної ефективності, а й на охорону надр і навколишнього природного середовища.

У процесі пошуків, розвідки, розробки, транспортування, зберігання і переробки нафти і газу виникає цілий ряд екологічних проблем, зумовлених шкідливим впливом об’єктів нафтогазової галузі на навколишнє середовище. Для оцінки цього впливу з метою його знешкодження необхідно застосовувати системний підхід. Об’єкти нафтогазової галузі по-різному впливають на геологічне середовище і мінерально-сировинні ресурси, ендегенні і екзогенні процеси, рельєф і його порушення, ґрунтовий покрив, поверхневі та підземні води, клімат і атмосферні процеси, рослинний і тваринний світ.

Технологічний процес видобутку нафти і газу є багатостадійним. Кожна стадія освоєння родовища (розвідка, впорядкування та експлуатація в проектному режимі, розширення та інтенсифікація видобутку, кінцева стадія розробки) має свої особливості та характеризується своєрідним впливом на різні компоненти навколишнього середовища.

Розвідка родовищ нафти і газу пов’язана з бурінням та випробуванням свердловин, тому найбільшого впливу зазнають геологічне середовище, ґрунти і рослинний світ на бурових майданчиках та під’їзних шляхах до них, а також підземні води. При бурінні свердловин забруднення навколишнього середовища пов’язане з монтажем і демонтажем бурових установок. Під час монтажу і демонтажу бурового верстата має місце механічне пошкодження і забруднення ґрунту із-за проведення земляних робіт і переміщення транспортних засобів.

Джерелами забруднення є відпрацьований буровий розчин, тампонажний розчин, хімреагенти для обробки розчину, вибурена порода, стічні бурові води, нафта і нафтопродукти, паливно-мастильні матеріали, господарсько-побутові стічні води і тверді відходи. А при аварійних ситуаціях ще й нафтогазопроявлення. До природних видів забруднення відносяться талі та дощові води. Основні місця забруднення - це майданчик

під підлогою бурової вежі, агрегатне і насосне приміщення, дільниця приготування бурового розчину, ємності хімреагентів, об'єкти об'єкту, води та інші.

Врахувати взаємодію різноманітних факторів, що визначають структуру та особливості функціонування природних (екологічних) систем в цьому випадку, можна лише за допомогою математичних методів та методів імітаційного та математичного моделювання. При вивченні закономірностей, що спостерігаються в різноманітних явищах природи, виникає необхідність за даними натурних спостережень побудувати математичну формулу, тобто представити результати натурного спостереження у вигляді функціональної залежності, наприклад, у вигляді якоїсь елементарної функції.

Згідно з методикою О.М. Адаменка (1993), при екологічному дослідженні природно-антропогенних геосистем (ПАГС) виділяються еколого-географічні карти як моделі ПАГС, а у системі екологічного моніторингу два етапи: перша - статична і друга - динамічна моделі [1]. В.І. Лаврик [2] вважає, що сьогодні більшість математичних моделей, що широко застосовуються в різних галузях природних і суспільних наук, розподіляють на такі два великі класи: 1) математичні (або аналітичні) моделі; 2) імітаційні (або системні) моделі. При цьому вважається, що в математичних моделях застосовуються, в основному, аналітичні методи, зокрема апарат сучасного математичного аналізу та інших розділів математики, а в імітаційних – принципово обов'язковим елементом дослідження. Щодо моделювання фізичних процесів та об'єктів всі моделі можуть бути умовно розділені на декілька видів, за М. Петрик, М. Баб'юк (1998). Тут моделі можна розділити на фізичні (матеріальні) і умовні [5].

Системний підхід пронизує всі питання побудови математичних моделей в еколого-просторових дослідженнях, а тому варто коротко зупинитись на цьому важливому понятті з точки зору математики і знакової символіки, яка дозволяє формалізувати як поняття системи, так і її складові елементи. Якщо елементи, що утворюють деяку систему, позначити символами  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , де  $n$  – число елементів, то множину (вектор)  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$  природно назвати складом системи  $S$  [3].

Для обробки експериментальних даних найчастіше на практиці використовують метод найменших квадратів - один з методів знаходження наближеного розв'язку надлишково-визначеної системи. Метод найменших квадратів запропонував К. Гаус (1794) і А. Лежандром (1805). Строго математичне обґрунтування методу було дано А. А. Марковим (старшим) і А. Н. Колмогоровим [3]. Нині цей метод є одним з найважливіших розділів математичної статистики і широко використовується для статистичних висновків в різних областях науки і техніки.

На практиці найчастіше використовується лінійний метод найменших квадратів, що використовується у випадку системи лінійних рівнянь. Зокрема важливим застосуванням у цьому випадку є оцінка параметрів у лінійній регресії, що широко застосовується у математичній статистиці і економетриці [4].

$$S = \sum_{i=1}^m \left| y_i - \sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j \right|^2 \quad (1)$$

Значення досягає мінімуму в точці, в якій похідна по кожному параметру рівна нулю. Обчислюючи ці похідні одержимо:

$$\frac{\partial S}{\partial \beta_j} = 2 \sum_i r_i \frac{\partial r_i}{\partial \beta_j} = 0 \quad (j=1,2,\dots,n), \quad (2)$$

де використано позначення

$$r_i = y_i - \sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j \quad (3)$$

Також виконуються рівності:

$$\frac{\partial r_i}{\partial \beta_j} = -X_{ij}. \quad (4)$$

Підставляючи вирази для залишків і їх похідних одержимо рівність:

$$\frac{\partial S}{\partial \beta_j} = -2 \sum_{i=1}^m X_{ij} \left( y_i - \sum_{k=1}^n X_{ik} \beta_k \right) = 0. \quad (5)$$

Дану рівність можна звести до вигляду:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^n X_{ij} X_{ik} \hat{\beta}_k = \sum_{i=1}^m X_{ij} y_i \quad (j=1,2,\dots,n), \quad (6)$$

або в матричній формі:

$$(X^T X) \hat{\beta} = X^T y. \quad (7)$$

Побудова повної математичної моделі екосистеми починається, як правило, з графологічного аналізу її компонент і зв'язків між ними [4]. На рівні визначення топології системи, за емпіричними даними, дістають окремі кореляційні зв'язки і залежності всередині підсистем. З такою метою застосовуються статистичні методи класифікації, регресійний аналіз, методи самоорганізації. На даному етапі модель діє як упорядкувальна, що дає змогу вичленити підсистеми, виявити найсуттєвіші зв'язки і в такий спосіб підійти до можливості вивчення динаміки екосистем.

За умов нормативно-пошукового прогнозування здійснюється нормативний аналіз обмежень на використовувані варіанти, під час реалізації яких знаходять оптимальні системи, технології, схеми розподілу ресурсів тощо.

Статистичні характеристики вибіркової сукупності розглядаються як оцінка відповідних характеристик генеральної сукупності. Науковим обґрунтуванням можливості застосування вибіркового спостереження є діалектична єдність одиничного, особливого і загального, згідно з якою в кожному одиничному є риси особливого і загального, а загальне має риси одиничного і особливого. Це дає змогу за одиничним і особливим судити про загальне, за частиною – про ціле, якщо правильно знайдено зв'язок між ними [6].

Так, якщо генеральна сукупність містить  $N$  елементів, а для обстеження треба відібрати  $n$ , то *число можливих вибірок* можна обчислити за формулою:

$$C_N^n = \frac{N!}{n!(N-n)!}. \quad (8)$$

Усі вони мають однакову ймовірність  $\frac{1}{C_N^n}$ , а кожна з них несе в собі певну похибку, що відображає факт випадковості вибору.

Переваги вибіркового спостереження над суцільним реалізуються лише при дотриманні наукових принципів його організації і проведення, насамперед неупередженого, випадкового вибору елементів для обстеження. Принцип випадковості відбору забезпечує всім елементам генеральної сукупності рівні можливості потрапити у вибірку.

**Висновки.** Попри всі переваги методу математичного моделювання слід відзначити, що нерідко відсутність чітких уявлень про характеристики цих процесів підміняються наведенням великої кількості експериментальних даних, а за теоретичне описування видається підібраний емпіричний вираз (одна або кілька формул) без зазначення границі області його застосування. Такий напівемпіричний опис може не мати нічого спільного з реальним процесом (явищем), особливо в тій частині області застосування моделі, яка лежить поза границею адекватності, що й робить побудовану модель мало ефективною. Ось чому тільки та математична модель, яка описує суть процесу чи явища, розкриває закономірності їх проходження і є адекватною в математичному описуванні окремих характеристик реальної системи.

## Література

1. Адаменко О. М. Інформаційно-керуючі системи екологічного моніторингу на прикладі Карпатського регіону / О. М. Адаменко // Укр. геогр. журнал. – 1993, №3. – С. 8-13.
2. Лаврик В. І. Методи математичного моделювання в екології. / В. І. Лаврик. – Київ.: Фітоцентр, 1998. – 132с.
3. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. / Ю. В. Линник, – 2-е изд. – М., 1962. – 349 с.
4. Левич А. П. Математические аспекты вариационного моделирования в экологии сообществ / А. П. Левич, В. Л. Алексеев, В. А. Никулин. // Математическое моделирование. – 1994. – №5. – С. 55 – 76.
5. Петрик М. Основи математичного моделювання та застосування математичних методів у наукових дослідженнях / М. Петрик, М. Баб'юк. – Тернопіль, 1998. – 113с.
6. Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования. – М.: Статистика, 1977. – 200 с.

*Поступила в редакцію 25 листопада 2015 р.*

*Рекомендував до друку д.г.-м.н. О.М. Адаменко*

УДК 504.61:581.52

**Яцишин Т.М., Глібовицька Н.І.**

*Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу*

### **ВПЛИВ НАФТОГАЗОВИДОБУТКУ НА ДОВКІЛЛЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ФІТОІНДИКАЦІЇ ТА ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ТЕХНОГЕННОТРАНСФОРМОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ**

У статті проаналізовано основні причини надходження поллютантів у довкілля в процесі нафтогазовидобутку. Виділено вплив технологічних процесів і природно-кліматичних факторів на інтенсивність надходження забруднення. Висвітлено особливості та переваги методу фітоіндикації забрудненого нафтою довкілля. Проаналізовано характерні реакції рослин у відповідь на дію техногенного забруднення. Висвітлено перспективи використання методу морфометричної біоіндикації для оцінки екологічного стану навколишнього середовища. Наведено ефективні рослини-ремедіанти, які рекомендовані для рекультивациі нафтозабруднених територій. Наведені рекомендації для зменшення негативного впливу на довкілля видобування нафти і газу.

**Ключові слова:** буровий розчин, фітоіндикація, фітореємедіація, нафтове забруднення довкілля.

В статье проанализированы основные причины поступления загрязнителей в окружающую среду в процессе нефтегазодобычи. Выделено влияние технологических процессов и природно-климатических факторов на интенсивность поступления загрязнения. Освещены особенности и преимущества метода фитоиндикации загрязненной нефтью окружающей среды. Проанализированы характерные реакции растений в ответ на действие техногенного загрязнения. Освещены перспективы использования метода морфометрической биоиндикации для оценки экологического состояния окружающей среды. Приведены эффективные растения-ремедианты, которые рекомендованы для рекультивации нефтезагрязненных территорий. Приведенные рекомендации для уменьшения негативного влияния на окружающую среду добычи нефти и газа.

© Яцишин Т. М., Глібовицька Н. І., 2016